Aus der IV. Medizinischen Universitätsklinik, Berlin
Städt. Robert Koch Krankenhaus
(Direktor: Prof. Dr. H. Dennig)

Das Verhalten des Blutdrucks bei der Erschöpfung nach schwerer körperlicher Arbeit

---

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des

Medizinischen Doktorgrades

an der

Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Berlin

vorgelegt von

Ortwin Rave
aus Berlin

Tag der Promotion: 14. 12. 1939

Druck: Karl u. Richard Hoffmann, Charlottenburg, Schillerstraße 44

M 387

Gedruckt mit Genehmigung

der

Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. Kreuz
Referent: Prof. Dr. Dennig
Korreferent: Prof. Dr. v. Bergmann.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41550803_0024

I. Einleitung.

Beim Zustandekommen der Ermüdung und Erschöpfung sind sicher eine Reihe von Faktoren beteiligt. So geht z. B. die Rolle des Säure-Basen-Gleichgewichtes aus zahlreichen Arbeiten Dennigs und seiner Mitarbeiter (1—5) hervor. Ebenso ist die Bedeutung der Atmung und des Kreislaufs Gegenstand vieler Untersuchungen gewesen. Im Zusammenhang mit Versuchen über die pharmakologische Beeinflussung der Leistungsfähigkeit ergab sich die Frage nach den Beziehungen zwischen Erschöpfung durch körperliche Arbeit und dem Verhalten des Kreislaufs, speziell des systolischen und diastolischen Blutdrucks.

Ueber die Beeinflussung des Blutdrucks durch körperliche Arbeit finden sich im Schrifttum bereits zahlreiche Angaben. Grebener (6) und Mitarbeiter verfolgten als erste den Blutdruck während der Arbeit. Sie fanden, daß der Blutdruck sofort mit dem Beginn der Arbeit, welche mit heilgymnastischen Widerstandsapparaten geleistet wurde, ansteigt und sofort nach Aufhören derselben zur Norm, unter Umständen unter die Norm herabsinkt.

Masing (7) untersuchte das Verhalten des Blutdrucks während einer Arbeit, die in abwechselndem Anziehen beider Beine, an denen Gewichte hingen, bestand. Er bestätigte, daß der Blutdruck unmittelbar nach Beginn der Arbeit mehr oder weniger stark ansteigt, sich dann auf gleicher Höhe hält und nach Einstellung der Arbeit wieder zur Norm abfällt. Bei jungen Menschen ist das Verhalten des Blutdrucks unabhängig von der Dauer der Arbeit. Außerdem sah er ein geringeres Ansteigen des Blutdrucks, wenn die Versuchspersonen trainiert waren. Die Steigerung ist umso geringer, je kleiner die aufgewandte Willensanstrengung, und diese umso geringer, je besser das Training ist.

Moritz (8) wählte eine Arbeitsleistung durch Gewichtheben mit einer Extremität. Er sah, daß sich der Blutdruck bei sehr leichter, nicht ermüdender Ar-

beit nicht ändert, bei mäßig ermüdender Arbeit mit Beginn der Arbeit ansteigt, gleich hoch bleibt, mit Arbeitsschluß wieder abfällt und daß der Blutdruck bei stark ermüdender Arbeit stets ansteigt. Er schloß, daß nicht die Größe der geleisteten Arbeit, sondern der Grad der Ermüdung die Höhe des Blutdruckanstieges bestimmt. Die Willensanstrengung, gegen das Erholungsbedürfnis die Arbeit fortzusetzen, sei direkt beeinflussend auf die Höhe des Blutdrucks.

MacCurdy (9) untersuchte den Blutdruck bei maximalen Anstrengungen von kurzer Dauer und erhielt eine Zunahme von etwa 70 mm Hg im Durchschnitt während der Arbeit.

Krone (10) sah bei Arbeit durch Gewichtheben mit einem Arm eine Steigerung der systolischen und diastolischen Drucke unmittelbar nach Beginn der Arbeit. Die Steigerung ist umso geringer, je kleiner die aufgewandte Willensanstrengung und je besser das Training ist.

Lowsley (11) ließ seine Versuchspersonen auf einem Fahrradergometer arbeiten. Dabei zeigt der systolische Druck etwa 15 Min. nach Beginn der Arbeit eine Steigerung um durchschnittlich 33 mm Hg. Zu bemerken ist, daß diese Versuche an jungen Sportsleuten, die sich mitten in ihrem Training befanden, ausgeführt wurden. Bei allmählich fortschreitender Ermüdung sinkt der Blutdruck, kann aber bei stärkerer Willensanstrengung des Arbeitenden wieder ansteigen.

Albu (12) untersuchte die Beeinflussung des Blutdrucks beim Ringkampf und fand eine Erhöhung um 10—30 mm Hg, die nach 10—15 Minuten langer Dauer des Ringkampfes — also bei stärkerer Ermüdung — einer Erniedrigung Platz macht, die 20—30 mm unter die Norm herabgehen kann. Am geringsten und oft ganz fehlend ist diese Blutdruckerniedrigung bei gut trainierten Ringkämpfern.

Gellhorn und Lewin (13) beobachteten das Verhalten des Blutdrucks bei Bewegungen der Extremitäten im normalen und ermüdeten Zustand und stellten eine Erhöhung des Blutdrucks fest.

Chaillet-Bert und Langlois (14) sahen bei Arbeit, die durch Halten von Gewichten und gleichzeitige Kniebeugen geleistet wurde, ein Steigen des systolischen und diastolischen Druckes, bald in der ersten, bald in der zweiten Hälfte der Arbeitszeit steiler.

Griesbach (15) stellte bei Muskelarbeit ohne erhebliche Ermüdung und starken Schweißausbruch (Gymnastik, Turnen) eine Erhöhung des Blutdruckes fest.

Bansi und Großcurth (16) untersuchten den Blutdruck bei der Arbeit auf dem Fahrradergometer und fanden bei wenig trainierten Personen eine große Steigerung des Blutdrucks und langsamere Erholung, bei Trainierten das Gegenteil.

Eldahl (17) untersuchte die „mäßige" Arbeit auf dem Fahrradergometer und erhielt nach erstem Anstieg eine fast gleichmäßige Erhöhung des Blutdrucks während der ganzen folgenden Arbeitsperiode.

Iljin-Kakujeff (18) stellte bei Arbeit auf dem Fahrradergometer fest, daß der systolische Blutdruck zu Anfang der Arbeit einen leichten Abfall zeigt, dann gleichmäßig ansteigt, nach 4 Min. konstant bleibt, nach 10 Min. nochmals eine ganz geringe Steigerung erfährt. Der diastolische Blutdruck sank sofort nach Beginn der Arbeit, stellte sich ein wenig höher oder tiefer als in der Ruhe ein und blieb konstant. Die Blutdruckamplitude vergrößerte sich in seinen Versuchen bis 2 Min. nach Beginn der Arbeit auf Kosten des diastolischen Blutdruckes und von da ab durch Erhöhung des systolischen Blutdruckes.

Zusammenfassend zeigen die angeführten Arbeiten,

1. daß der systolische Blutdruck zu Beginn der Arbeit ansteigt, während der diastolische Blutdruck ein unterschiedliches Verhalten zeigt,
2. daß die Höhe der Veränderung von der Schwere der Arbeitsleistung abhängt und vom Trainingszustand,
3. daß die einsetzende Ermüdung ein Sinken des systolischen Blutdruckes bewirkt.

In Tabelle 1 sind nochmals kurz die Ergebnisse des Schrifttums nach diesen drei Gesichtspunkten geordnet.

Die angeführten Arbeiten beschäftigten sich mit dem Kreislaufgeschehen während der Arbeit, die aber höchstens bis zur Ermüdung fortgesetzt wurde.

Auf die wichtige Rolle des Kreislaufs beim Zustandekommen der Erschöpfung wies vor allem Jacoby (19) hin. Er stellte zuerst einmal den Begriff der Erschöpfung klar, indem er zwischen der eigentlichen „hochgradigsten" Erschöpfung und der Erschöpfung im gewöhnlichen Sinne unterscheidet.

„Die „hochgradigste" Erschöpfung sei ein Zustand physischer, evtl. verbunden mit psychischer Leistungsunfähigkeit bei normal ernährten gesunden Leuten nach mehr oder weniger lang anhaltender, starker Muskelanstrengung. Eine wirkliche Erschöpfung des Muskel-Nervensystems als auch des Arbeitsmaterials des Körpers in den eben gedachten Sinne könne indessen nur unter außergewöhnlichen Bedingungen und bei gleichzeitig hochgradiger Unterernährung des Organismus in Frage kommen, in seltenen Fällen bei Gesunden, nämlich nach längere Zeit anhaltender Nahrungsentziehung. Was gewöhnlich als Erschöpfung bezeichnet würde, sei keine Erschöpfung in diesem Sinne. Es handele sich dabei nur um eine Hemmung der Kraftentwicklung, die zwar auch zu völliger Leistungsunfähigkeit führen könne, aber darauf beruhe, daß sich in der stark anhaltenden Energieentwicklung im Muskel eine Veränderung in den ihn versorgenden Gefäßen und damit im Blutstrom einstelle, durch welche die Stoffwechselvorgänge des Muskels, evtl. auch entfernte Organe und der nervösen Apparate derart beeinflußt werden, daß es dem Organismus in immer steigendem Maße erschwert sei, das vorhandene energieliefernde Material auszunutzen. Die Erschlaffung der Gefäßwände müsse auf eine Herabsetzung des Tonus weiterer mit dem arbeitenden Muskel nicht in Beziehung stehender Gefäßgebiete, sowohl durch unmittelbare Beeinflussung der Gefäßwände, als auch durch Verminderung des vom Gefäßzentrum ausgehenden Tonus, erfolgen und damit eine allgemeine Abflachung der Zirkulation, sogar evtl. unter Senkung des Blutdrucks, eintreten. Ja, es könne durch die auftretende, unvorteilhafte Ver-

teilung des Blutes im Gefäßsystem sogar die Tätigkeit des Herzens leiden, weil die von den peripheren Gefäßgebieten aufgenommene und zurückgehaltene Blutmenge so groß werde, daß die zum Herzen zurückfließende Menge nicht mehr genüge, um den Ventrikel in seiner Diastole normal zu füllen. Bei dem im praktischen Leben überwiegend in Frage kommenden Zustand der hochgradigen Ermüdung und der völligen Leistungsunfähigkeit nach großen Anstrengungen liege mithin keine wirkliche Erschöpfung, sondern nur eine scheinbare, d. h. eine hochgradige Ermüdung, vor. Die akute, hochgradige Ermüdung und die mit ihr verbundene Arbeitsunfähigkeit seien in relativ kurzer Zeit zu beseitigen, wenn es gelänge, die Erschlaffung der kleinen Gefäße und Kapillaren zu beseitigen oder von vornherein ihren Eintritt zu verhüten. Die Möglichkeit eine Beeinflussung der Gefäße in dem gedachten Sinne der Tonuserhöhung sei nun aber im Interesse seiner Erhaltung dem Organismus unter besonderen ihn in schwere Gefahr für seine Existenz versetzenden Lebenskonstellationen in wunderbarer Weise durch die Natur bereits gegeben. Es seien die gewaltigen physischen, psychischen Erregungen der Affekte des Schreckens, der Angst, ja auch der Begeisterung, welche bekanntlich imstande seien, selbst ein schwer ermüdetes Individuum noch zu ganz ungewöhnlich hohen Energieleistungen zu bringen. Fasse man die als Erschöpfung bezeichnete hochgradige Ermüdung in dem geschilderten Sinne auf, so bestehe ein nicht unerhebliches praktisches Interesse, durch künstliche Mittel eine längeranhaltende, günstige Beeinflussung der bei der Ermüdung gestörten Blutzirkulation zu erreichen. Gelänge es, die primär auftretende Erweiterung der in Betracht kommenden Stromgebiete durch ein „an sich unschädliches" Mittel so zu beeinflussen, daß durch die Erhöhung des Gefäßtonus und die Verengerung des Gefäßlumens, zumal im Kapillargebiet, eine nachteilige Zirkulationsstörung nicht einzutreten vermag, oder wenn sie bereits eingetreten ist, dieselbe wieder rückgängig zu machen, so habe man damit die Möglichkeit, dem Ermüdeten ohne Nachteil für seine Gesundheit seine Leistungsfähigkeit in kurzer Zeit wieder zu geben."

Es ist von Interesse, daß diese Gedankengänge während des Krieges im Jahre 1915 in einer militärärztlichen Zeitschrift von Jakobj geäußert wurden.

Dieser Autor nimmt also an, daß bei der Erschöpfung im praktischen Sinne — hochgradige Ermüdung nach Jakobj — u. a. eine Zirkulationsstörung durch Zurückhalten von Blutmengen in den peripheren Gefäßgebieten mit Sinken des Blutdrucks vorliegt und daß der Versuch, diese Veränderung durch ein „unschädliches" Mittel zu beeinflussen bzw. zu verhindern, von praktischer Bedeutung sein kann.

Auch Büssemaker (20) findet beim orthostatischen Kreislaufkollaps, daß durch Entzug von erheblichen Blutmengen, die in die Peripherie versacken und dort zurückgehalten werden, eine Verminderung der zirkulierenden Blutmenge stattfindet, so daß unter Absturz des systolischen und Ansteigen des diastolischen Blutdrucks bei gewaltiger Verkleinerung der Amplitude der Kollaps eintritt.

So sieht auch Rein (21) bei seinen Versuchen über die Physiologie des Kreislaufkollapses, daß letzten Endes durch das Versacken gewaltiger Blutmengen in die peripheren Gefäßabschnitte ein Leerlaufen des Herzens infolge des stark verminderten venösen Angebotes zustande kommt, und so der Kollaps eintritt, also unter Verkleinerung der Amplitude durch starkes Absinken des systolischen und Ansteigen des diastolischen Blutdrucks.

Wenn sich bei der Erschöpfung, welche durch schwere körperliche Arbeit hervorgerufen wird, ein gleiches Verhalten zeigt, wie es Jakobj annimmt, Büssemaker beim orthostatischen Kollaps findet und Rein beim Kreislaufkollaps sieht, hätten wir die Möglichkeit durch ein Mittel, das an der Kreislaufperipherie angreift, das dort versackte Blut dem Herzen wieder zuführt und dadurch eine ausreichende venöse Versorgung des Herzens gewährleistet, den Eintritt der Erschöpfung zu verzögern.

Ein Mittel, das den oben erwähnten Anforderungen entspricht, können wir im Veritol erblicken. Veritol ist ein β-(p-Oxyphenyl)-isopropyl-methylamin. Es gehört zu den dem Adrenalin verwandten Mitteln. Nach Kuschinsky

(22) ist es ein p-Oxy-Ephedrin ohne alkoholische OH-Gruppe in der Seitenkette.

Als erster verwendete es Rein (23, 24) bei Versuchen an Hunden. Er fand langdauernde Kreislaufantreibungen, wobei nicht nur der arterielle Blutdruck sondern auch das Herz-Minutenvolumen gesteigert wird. Der Vorgang beginnt von der venösen Seite her mit Erhöhung des Blutangebotes an das Herz über die untere Hohlvene (Tonisierung der Venen), wird einige Sekunden später unterstützt durch eine sehr langsam einsetzende Tonisierung der arteriellen Kreislaufabschnitte. Es erfolgt eine dauernde Vergrößerung der Amplitude durch Erhöhung des systolischen und Senkung des diastolischen Druckes.

Zipf (25) bestätigte durch Versuche an der Katze, daß Veritol den Blutrückfluß zum Herzen fördert, die Herzleistung verbessert und den Tonus der peripheren Gefäße steigert. Als Charakteristikum stellt er nach einer Latenzzeit einen allmählichen Blutdruckanstieg fest, der sich innerhalb der physiologischen Grenzen hält.

Untersuchungen über die Veritolwirkung an gesunden Menschen liegen in großer Anzahl (26—40) vor. Zusammenfassend kann gesagt werden, daß Veritol bei Gesunden den systolischen Blutdruck nach einer gewissen Latenzzeit von 10 Sek. bis 5 Min. stark ansteigen, etwa nach 3—8 Min. seinen Höhepunkt erreichen und dann über eine lange Zeit (bis 90 Min.) langsam abfallen und nie unter die Norm sinken läßt. Der diastolische Blutdruck erfährt eine Senkung, die zahlenmäßig geringer ist. Die Amplitude wird wesentlich vergrößert. Bei einer Dosierung von 10—15 mg erfolgen keine Nebenwirkungen.

Für die vorliegende Untersuchung stellten wir uns nun folgende Fragen:

1. Besteht eine gesetzmäßige Beziehung des Verhaltens der Blutdruckamplitude zum Eintritt der Erschöpfung?
2. Wenn diese Beziehung, wie wir es erwarten, in einem Kleinerwerden der Amplitude besteht, läßt sich dann durch Veritol
   a) das Verhalten des Blutdrucks,
   b) die körperliche Leistungsfähigkeit

   beeinflussen?

II. Methodik.

Die schwere körperliche Arbeit, welche ich in Selbstversuchen leistete, bestand in erschöpfendem Treten auf einem Fahrradergometer. Der Widerstand, gegen den das Treten erfolgte, wurde durch einen elektrischen Bremszaun konstant gehalten, die Umdrehungszahl durch Taktangabe mittels eines Metronoms gleichmäßig vorgeschrieben. Verglichen wurde die Zeit der Arbeitsleistung bis zur Erschöpfung.

Das Gefühl der Erschöpfung bestand in höchstgradiger Atemnot, Uebelkeit, Beklemmungsgefühl und Muskelinsuffizienz.

Die Leistungsfähigkeit, d. h. die Arbeitsmenge, die bis zum „Nichtmehrkönnen" geleistet wird, ist bekanntlich ein sehr dehnbarer Begriff: Psychische Faktoren, wie Unlustgefühle, hohe Belohnung, große Gefahren, Interesse am voraussichtlichen Ergebnis, sportlicher Wettkampf usw. spielen beim Beurteilen des Momentes der Erschöpfung eine große Rolle. Ebenfalls ganz entscheidend greift hier das Training ein, durch das die obere Grenze der Leistungsfähigkeit erheblich heraufgesetzt wird.

Zur Wahrung der größtmöglichen Objektivität wurden auch in meinen Versuchen die gleichen Vorsichtsmaßregeln, wie sie Dennig und Mitarbeiter (1—5) angeben, beachtet:

1. Während der ganzen Versuchsdauer wurde ich über die Fragestellung und das Ziel der Versuche völlig im Unklaren gelassen. Die Fahrzeit und überhaupt jegliche Resultate wurden mir erst nach Abschluß der Arbeit mitgeteilt.

2. Um die Suggestion, die wohl der größte Versuchsfehler ist, auszuschalten, wurden Täuschungsversuche durchgeführt, d. h. neben dem wirksamen Medikament wurden Wasser und Kochsalzlösung injiziert, ohne daß ich eine Ahnung hatte, was gegeben wurde.

3. Da das Training gerade bei schwerer körperlicher Arbeit, welche bis zur Erschöpfung durchgeführt wird, eine große Rolle spielt, ging den eigentlichen Versuchen

ein sechswöchiges Training voraus. Ein guter Trainingszustand kann dann als erreicht angesehen werden,

a) wenn das Training genügend lange Zeit betrieben wurde; so geben Dennig und Mitarbeiter (1—5) eine Mindestdauer von etwa 4 Wochen an,

b) wenn die Ruhewerte des Blutdruckes unter den Bereich des Normalen heruntergehen und wenn die Erholungszeit nach der Arbeit verkürzt ist (Knoll (41)).

Durch Beobachtung dieser Vorsichtsmaßregeln dürften wir wohl eine größtmögliche Objektivität gewahrt haben. Denn gerade bei der schweren körperlichen Arbeit sind die die Arbeit begrenzenden Faktoren relativ scharf abgegrenzt (Lehmann (42).

Durch das Training, durch die Einschiebung der Leer- und der Täuschungsversuche ergibt sich eine beträchtliche Gesamtdauer der Versuchsreihe. Daher können derartige Untersuchungen, die zunächst einmal Grundlagen für weitere Arbeit liefern sollen, nie als Massenversuche durchgeführt werden. Hier kam es darauf an, an einer Versuchsperson Beobachtungen zu sammeln, die nach Anzahl und Genauigkeit für diese eine Versuchsperson und damit wohl auch prinzipiell beweiskräftig sind. Daß Versuche an anderen Personen quantitativ andere Ergebnisse bringen können, ist dabei durchaus möglich.

Bei Beginn der Versuche befand ich mich in guter körperlicher Uebung: Die Dauer der Arbeitsleistung war innerhalb kleiner Grenzen konstant. Mein Ruheblutdruck betrug um 100/40—60 gegen vorher 120/80, wobei ein sehr niedriger diastolischer Wert zu bemerken war, der ja als Trainingseinwirkung bekannt ist (Knoll (41)), auch war meine Blutdruckamplitude sehr groß. Nach ca. 6 Wochen Training waren die Werte bei mir konstant. Zu Beginn der Versuche war ich vollkommen gesund.. Irgendwelche Störungen traten auch während der Versuche nicht auf. Die Messungen wurden im Laufe des Tages durchgeführt, jedoch immer nach mindestens zweistündigem Abstand nach einer Mahlzeit. Die Kleidung bestand in einer Turnhose und Turnschuhen. Vor Beginn der Versuche wurde eine halbstündige Ruhe auf einem Ruhebett durchgeführt. Da-

nach erfolgte dann die Bestimmung des Ruheblutdrucks. Nach Beendigung der Arbeit blieb ich noch eine Minute auf dem Fahrrad sitzen, hierauf legte ich mich auf das Ruhebett, wo dann weiter die Erholungsmessungen vorgenommen wurden. Die Blutdruckmessungen erfolgten während der Arbeit in zweiminutigem Abstand, eine Bestimmung unmittelbar nach Arbeitsende. Anschließend wurden nach einer Minute, drei Minuten, fünf Minuten und zehn Minuten die Erholungswerte festgestellt. Die Arbeit wurde 1 Minute nach der Injektion begonnen. Nur bei der Kurve V_1 vom 4. 11. wurde nach 10 Min. angefangen, um den Wirkungsgrad des Veritols in der Ruhe festzustellen. Es wurden jeweils 10 mg Veritol injiziert.

Der Blutdruck wurde nach der graphischen Methode von Frank (43) in der Modifikation von Brömser und Ranke (44) bestimmt. Es sei betont, daß wir bei dieser Methode sehr niedrige diastolische Werte erhalten haben. Der diastolische Wert soll da abgelesen werden, wo die Pulse deutlich kleiner werden. Je größer die Pulsfrequenz ist, um so fließender wird hier aber der Uebergang von den größeren in die kleineren Ausschläge sein. Diese Verhältnisse liegen bei körperlicher Arbeit vor, so daß die Beurteilung der Kurven bezüglich des diastolischen Wertes sehr schwierig ist. Wir haben in allen Bestimmungen nach dem gleichen Maßstab die Beurteilung vorgenommen. Wenn unsere Messungen daher auch durchweg etwas niedrige diastolische Werte zeigen, die mit Werten, die mit anderen Methoden gewonnen wurden, nicht unmittelbar verglichen werden können, so sind unsere Werte doch untereinander vergleichbar.

Zum Beweis der Konstanz der Messungen wurde am 12. 11. eine Ruhekurve geschrieben.

Es wurden im Zeitraum von 3 Monaten 20 Leerversuche vorgenommen, von denen bei 14 nur die Zeitdauer der Arbeitsleistung, bei 6 Versuchen außerdem der Ablauf des Blutdrucks erfaßt wurde. 11 Versuche wurden unter Veritol durchgeführt, wobei 6mal Kurven aufgenommen wurden. Ferner wurden 8 Täuschungsversuche mit 4 Kurven durchgeführt: insgesamt also 39 Versuche.

III. Ergebnisse.

1. Das Verhalten des Blutdrucks und der Amplitude während der Arbeit.

Bei den Leerversuchen L_{II} vom 19. 10., L_{III} vom 30. 10., L_V vom 1. 12. und L_{VI} vom 12. 1. (s. Tabelle 2 Säule 2, 3, 5, 6) zeigt der Blutdruck ein übereinstimmendes Verhalten: Systolisch steigt er etwa bis zum 2. Drittel der Arbeit ziemlich gleichmäßig an und fällt dann zum Arbeitsende ab. Der diastolische Blutdruck zeigt ein entgegengesetztes Verhalten, indem er bis zum 2. Drittel der Arbeit fällt und gegen Ende der Arbeit wieder ansteigt. Für das Verhalten der Amplitude (s. Tabelle 3 Säule 2, 3, 5, 6) ergibt sich somit, daß diese bis zum 2. Drittel der Arbeit zunimmt, und zwar durch starkes Ansteigen des systolischen und geringen Abfall des diastolischen Blutdrucks. Im 2. Drittel der Arbeitszeit und zwar im Durchschnitt 9 Min. nach Beginn der Arbeit und 4 Min. vor Arbeitsende findet sich ein Maximum der Amplitude durch starken Anstieg des systolischen und geringen Abfall des diastolischen Blutdrucks. Gegen Ende der Arbeit findet eine etwas langsamere Verkleinerung der Amplitude statt, indem der systolische Wert abfällt und der diastolische Wert zunimmt.

Ein davon abweichendes Verhalten zeigt die Kurve L_{IV} vom 2. 11. (s. Tabelle 2 Säule 4). Auch hier ist ein ausgeprägtes Maximum bzw. Minimum der Blutdruckwerte jedoch schon nach der 1. Min. Danach fällt der systolische Druck zuerst steil, dann weniger steil ab, um in der 9. Min. nochmals leicht anzusteigen. Gegen Ende der Arbeit fällt der systolische Druck ebenfalls ab. Der diastolische Wert hat sein Minimum auch in der 1. Min., steigt dann steil an und bleibt bis zum Arbeitsende ungefähr auf gleicher Höhe. Die Amplitude (s. Tabelle 3 Säule 4) zeigt das Maximum 1 Min. nach Anfang der Arbeit, fällt zuerst

steil, dann weniger steil ab und weist 1 Min. vor Arbeitsende einen zweiten, wenn auch bedeutend geringeren Gipfelpunkt auf. Am Arbeitsende zeigt sich dann ein rasches Abfallen. Wir finden also hier als Unterschied gegen $L_{II, III, V \text{ u. } VI}$, daß das Maximum der Werte schon in der 1. Min. nach Arbeitsanfang erreicht wird und ein zweiter Gipfelpunkt kurz vor Arbeitsende liegt.

Ein noch anderes Verhalten zeigt die Kurve L_I vom 15. 10. (s. Tabelle 2 Säule 1). Der systolische Blutdruck steigt wie bei L_{IV} während der ersten Minuten an, bleibt dann aber bis zur 7. Min. ziemlich konstant auf der gleichen Höhe, fällt danach bis zur 12. Min. mäßig ab und steigt bis zum Arbeitsende wieder an. Der diastolische Druck fällt bis zur 9. Min. langsam ab und bleibt dann auf konstanten Werten, um kurz vor Arbeitsende wieder anzusteigen. Die Amplitude (Tabelle 3 Säule 1) zeigt ein gleichsinniges Verhalten wie in den Kurven $L_{II, V \text{ und } VI}$, wenn auch das Maximum keinen so ausgesprochenen Gipfel darstellt, sondern sich bis zur Mitte der Arbeit ein stärkerer Anstieg und danach ein mäßiges Abfallen ergibt. Aber vor dem Arbeitsende findet sich auch hier ein Kleinerwerden der Amplitude.

Der Blutdruck bei den Täuschungsversuchen zeigt bei den Kurven T_I vom 9. 11. und T_{II} vom 4. 12. (s. Tabelle 2 Säule 12, 13) ein gleiches Verhalten wie im Leerversuch L_{IV} vom 2. 11.: Der systolische Wert steigt bis zur 3. Min. nach Arbeitsanfang steil an und fällt dann gegen das Arbeitsende zu ab, wobei er ungefähr in Arbeitsmitte noch einen kleinen Anstieg erfährt; der diastolische Wert fällt bis zur 3. Min. nach Anfang ab und bleibt dann die ganze Zeit während der Arbeit konstant und steigt gegen Ende der Arbeit an. Die Amplitude (s. Tabelle 3 Säule 12, 13) zeigt in der 3. Min. ihr Maximum, worauf ein langsames Abfallen gegen das Arbeitsende erfolgt.

Bei den Kurven T_{III} vom 7. 12. und T_{IV} vom 13. 1. (s. Tabelle 2 Säule 14, 15) dagegen finden wir ein langsames Ansteigen des systolischen Blutdrucks bis ungefähr zur Arbeitsmitte, dann ein Abfallen innerhalb von 3 Minuten bis ungefähr auf Ruhewert, dann ein steiles Ansteigen innerhalb 1 Minute bis zum Maximum und dann ein ebenso

plötzliches Abfallen zum Arbeitsende zu. Der diastolische Wert macht diese Schwankungen nicht mit, sondern steigt nach anfänglichem Fallen langsam gegen das Arbeitsende. Bei der Amplitude (s. Tabelle 3 Säule 14, 15) finden wir kein gleichsinniges Verhalten. Die Amplituden weisen ein sehr wechselndes Bild auf. Es finden sich hier im 1. 2. und 3. Drittel der Arbeit ein sehr steiler Anstieg auf ein Maximum mit einem nachfolgenden ebenso starkem Absinken auf ein Minimum. Dem Arbeitsende geht das Absinken der Amplitude voran.

Aus diesen Kurven ist also zu ersehen, daß der systolische Blutdruck, wie auch schon in der anfangs aufgeführten Literatur festgestellt wurde, nach Beginn der Arbeit ansteigt, während der Dauer der Arbeit mehr oder weniger deutliche Schwankungen aufweist und gegen Ende der Arbeit wieder abfällt. Der diastolische Wert zeigt ganz regelmäßig kurz nach Beginn der Arbeit ein Sinken, dann ein Konstantbleiben und kurz vor Arbeitsende einen Anstieg der Werte. Die Amplitude wird also mit Arbeitsbeginn größer und gegen Ende der Arbeit kleiner.

2. Das Verhalten des Blutdrucks und der Amplitude vor der Erschöpfung.

Vergleichen wir die Werte während der Ruhe, im letzten Drittel der Arbeit und bei Arbeitsende (1. Ruhewert), so finden wir, daß in den Leer- und Täuschungsversuchen der systolische Blutdruck ganz allgemein nach Erreichen eines Maximums im letzten Drittel der Arbeit absinkt. Bei den vielen Leer- und Täuschungsversuchen finden wir bei 9 Versuchen dieses Verhalten. Die einzige Ausnahme bildet der Versuch T_{IV} vom 13. 1., wo wir ganz deutlich kurz vor Arbeitsende einen nochmaligen Druckanstieg haben. Entsprechend ist bei dem diastolischen Blutdruck zu erkennen, daß er im letzten Drittel der Arbeit allgemein ansteigt. Das Verhalten der Amplitude ist dadurch folgendermaßen gekennzeichnet: Wir finden während der Arbeit ein Größerwerden der Amplitude. Im letzten Drittel nach Erreichen eines Maximums bemerken wir ein Kleinerwerden der Amplitude.

Zusammenfassend finden wir also für das Verhalten des Blutdrucks und der Amplitude, daß vor der Erschöpfung ein Kleinerwerden der Amplitude eintritt, dadurch daß der systolische Blutdruck abnimmt und der diastolische zunimmt.

Wir dürfen aber nicht in den Fehler verfallen, die Werte bei Arbeitsende, obwohl im Augenblick des Aufhörens mit der Arbeit die Blutdruckmanschette schon aufgeblasen war und der Druckabfall in diesem Moment begann, als Erschöpfungswerte aufzufassen. Wir müssen ihn als „ersten Ruhewert" bezeichnen, denn da das Ablassen der Luft aus der Manschette und das Aufzeichnen der Kurve einige Sekunden beansprucht, befindet sich der Kreislauf schon im ersten Moment der Erholungsphase, worauf auch schon Masing (7) hinweist.

Da wir also einen wirklichen „Erschöpfungswert" nicht erhalten, können wir die Veränderungen nach dem Maximum des Blutdrucks im 2. Drittel der Arbeit als beginnenden Erschöpfungsvorgang ansehen.

3. Das Verhalten des Blutdrucks unter Veritol.

Die Wirkung des Veritols auf den ruhenden Organismus verhält sich auch in unseren Kontrollversuchen wie in der aufgeführten Literatur beschrieben.

Der Blutdruck unter Veritol während der Arbeit verhält sich nach den V-Versuchen (s. Tabelle 2 Säule 7—11) folgendermaßen: Der systolische Blutdruck steigt in sämtlichen Versuchen in der ersten Arbeitsminute, also 2 Min. nach der Injektion von 10 mg Veritol, sehr steil an, zeigt dann zahlreiche Schwankungen mit einem Gipfelpunkt ca. 1 Min. vor Arbeitsende. Der diastolische Druck fällt in der 1. Arbeitsminute steil ab, bleibt dann konstant und steigt kurz vor Arbeitsende an. Bei dem Verhalten der Amplitude (s. Tabelle 3 Säule 7—11) sehen wir in der 1. Minute einen steilen Anstieg, darauf zahlreiche Schwankungen und ca. 1 Min. vor Arbeitsende einen steilen Anstieg.

Das Verhalten des Blutdrucks und der Amplitude unter Veritol vor der Erschöpfung zeigt demnach ein grundsätz-

lich anderes Verhalten als bei den Leer- und Täuschungsversuchen. Wir finden also hier nicht nach einem Maximum im 2. Drittel der Arbeit einen durchgehenden Abfall des systolischen Blutdrucks und der Amplitude. Nachdem der Blutdruck ein Maximum erreicht hat und ein geringer Abfall der Werte erfolgt, ist gegen Arbeitsende nochmal ein deutlicher steiler Anstieg zu verzeichnen.

Hier muß aber auf den Täuschungsversuch T IV (s. Tabelle 2 Säule 15), hingewiesen werden, bei dem auch vor dem durch die Erschöpfung bedingten Arbeitsende ein Anstieg des systolischen Druckes und der Amplitude eintritt. Die suggestive Leistungssteigerung geht also den gleichen Weg, wie er im Veritolexperiment eingeschlagen wird. Dies zeigt uns einmal, wie ein körperliches Geschehen über den Willen oder über bestimmte Vorstellungen beeinflußt werden kann. Andererseits läßt es einen Schluß auf die den physiologischen Vorgängen entsprechende Wirkungsweise des Veritols zu. Die Frage, ob die Durchbrechung des Ermüdungsschutzes nicht an anderen Organsystemen als am Kreislauf eine Leistungsminderung zur Folge hat, muß selbst bei der deutlichen Leistungssteigerung noch offen bleiben.

4. Das Verhalten der Leistung.

Ich habe in einer Tabelle die Fahrzeiten der Leer-, Täuschungs- und Veritolversuche zusammengestellt (s. Tabelle 4). Um einen Ueberblick über die außerhalb der Zufallsschwankungen liegenden Unterschiede der drei Versuchsreihen zu erhaltenn, wandte ich folgenden statistischen Vergleich (Koller (45)), an: Für die mittlere Fahrzeit der Leerversuche l, der Täuschungsversuche t und der Veritolversuche v erhielten wir folgende Werte:

$$l = 727 \text{ sec.}$$
$$t = 1001 \text{ sec.}$$
$$v = 1139 \text{ sec.}$$

Wir erhalten durch die Aufstellung des Fehlers σ ein Maß für die Grenzen des Zufalls. Der mittlere Fehler σ wurde ausgerechnet nach der Formel:

$$\sigma_a = \sqrt{\frac{(a_1-a)^2 + (a_2-a)^2 + \ldots\ldots + (a_n-a)^2}{n \cdot (n-1)}}$$

Daraus ergab sich:

$l = 34$ sec.
$t = 127$ sec.
$v = 137$ sec.

Um ein Zufallsergebnis auszuschließen, muß gefordert werden, daß die Differenz der Mittelwerte der Fahrzeiten der einzelnen Versuche den dreifachen Wert des mittleren Fehlers der Differenz überschreitet. Für den mittleren Fehler der Differenz $\sigma_{(x-y)}$ gilt die Formel:

$$\sigma_{(x-y)} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}$$

Hier ergibt sich für die Differenz der mittleren Fahrzeiten:

$l - t = 274$ sec.
$l - v = 412$ sec.
$t - v = 138$ sec.

Für die Differenz der mittleren Fehler ergibt sich:

$\sigma_{l-t} = 132$ sec.
$\sigma_{l-v} = 142$ sec.
$\sigma_{t-v} = 187$ sec.

Da die Differenz geringer ist als das Dreifache der Differenz der mittleren Fehler, ergibt sich, daß die Leistungssteigerung unter Veritol 1139 sec. gegen 727 sec. bei den Leerversuchen und 1001 sec. bei den Täuschungsversuchen nach der mathematisch-statistischen Berechnungsweise nicht als absolut sicher zu bezeichnen ist. Ein Einfluß ist jedoch nicht abzustreiten, denn das Dreifache der Differenz der mittleren Fehler liegt nur um $3^1/_2$% unter dem mathematisch geforderten Wert, während die Differenz zwischen Leer- und Täuschungsversuchen über 30 % unter dem mathematisch geforderten Wert liegt.

Betrachtet man einmal die Fehlerbreite zwischen den Leerversuchen und den Täuschungs- bzw. Veritolversuchen, also bei den Versuchen ohne und mit Injektion, so sieht man, daß der Fehler von $\sigma_l = 34$ auf $\sigma_t = 127$ bzw $\sigma_v = 137$ also auf das Dreifache ansteigt. Ein so starkes Anwachsen

der Fehlerbreite durch die Tatsache der Injektion — Täuschungs- und Veritolversuche zeigen fast die gleiche Fehlerbreite – weist auf die Schwierigkeit der Beurteilung einer Leistungssteigerung hin.. Es ist also außerordentlich erschwert, eine psychologische Wirkung restlos auszuschalten.

Zusammenfassung.

1. Die bisher im Schrifttum vorliegenden Untersuchungsergebnisse werden besprochen. Es wurde gefunden,
   a) daß der systolische Blutdruck zu Beginn der Arbeit ansteigt, während der diastolische Blutdruck ein unterschiedliches Verhalten zeigt,
   b) daß die Höhe der Veränderung von der Schwere der Arbeitsleistung abhängt und vom Trainingszustand,
   c) daß die einsetzende Ermüdung ein Sinken des systolischen Blutdruckes bewirkt.

2. Es wurde die wesentliche Bedeutung und das Verhalten des Kreislaufs für die Erschöpfung aufgezeigt.

3. Von dem Kreislaufmittel Veritol ist bekannt, daß es den systolischen Blutdruck erhöht, den diastolischen senkt und somit die Amplitude vergrößert.

4. Es wurde zur Untersuchung gestellt,
   a) ob eine gesetzmäßige Beziehung des Verhaltens der Blutdruckamplitude zum Eintritt der Erschöpfung besteht,
   b) ob sich dann durch Veritol, wenn diese Beziehung in einem Kleinerwerden der Amplitude besteht,
      1. das Verhalten des Blutdrucks,
      2. die körperliche Leistungsfähigkeit

   beeinflussen läßt.

5. In Selbstversuchen wurde auf dem Fahrradergometer schwere körperliche Arbeit bis zur Erschöpfung geleistet. Dabei wurde laufend der Blutdruck nach der graphischen Methode von Frank in der Modifikation von Brömser und Ranke bestimmt.

6. Für das Verhalten des Blutdrucks und der Amplitude während der Arbeit wurde gefunden, daß der systolische Blutdruck nach Beginn der Arbeit ansteigt, während der Dauer der Arbeit mehr oder weniger deutliche Schwankungen aufweist und gegen Ende der Arbeit wieder abfällt.

Der diastolische Wert zeigt kurz nach Beginn der Arbeit ein Sinken, dann ein Konstantbleiben und kurz vor Arbeitsende ein Ansteigen der Werte. Die Amplitude wird also mit Arbeitsbeginn größer und gegen Ende der Arbeit kleiner.

7. Für das Verhalten des Blutdrucks und der Amplitude vor der Erschöpfung wurde festgestellt, daß vor Eintritt der Erschöpfung ein Kleinerwerden der Amplitude stattfindet, dadurch daß der systolische Blutdruck abnimmt und der diastolische zunimmt.

8. Für das Verhalten des Blutdrucks unter Veritol fand sich, daß, nachdem der Blutdruck ein Maximum erreicht hat und ein geringer Abfall der Werte erfolgt, gegen Arbeitsende nochmal ein deutlicher steiler Anstieg zu verzeichnen ist.

9. Für das Verhalten der Leistung ergab sich, daß Veritol einen Einfluß auf die Leistung ausübt, der jedoch unter dem mathematisch-statistisch geforderten Wert liegt.

Untersucher	Arbeitsart	Schweregrad	Blutdruck
Moritz	Gewichtsheben	sehr leicht	nicht
Grebner	Widerstandsapparate	mäßig ermüdend	Ansteigen
Masing	Gewichtsheben	„	„
Moritz	„	„	„
Krone	„	„	„
Gellhorn	Beweg. der Extr.	„	„
Chaillet-Bert	Kniebeugen	„	„
Griesbach	Gymnastik	„	„
Eldahl	Fahrradergom.	„	„
Iljin-Kakujeff	„	„	„
MacCurdy	„	stark ermüdend	+ 70 mm Hg
Moritz	Gewichtsheben	„	starkes Ansteigen
Loewsley	Fahrradergom.	„	+33 mm Hg-Training
Albu	Ringkampf	„	10—30 mm Hg
Bansi-Groscourth	Fahrradergom.	„	starkes Ansteigen

Tabelle 1.

Tabelle 2.

Säule	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Leerversuche						Veritolversuche					Täuschungsversuche			
	L_I (15. 10.)	L_{II} (19. 10.)	L_{III} (30. 10.)	L_{IV} (2. 11.)	L_V (1. 12.)	L_{VI} (12. 1.)	V_{II} (5. 11.)	V_{III} (19. 11.)	V_{IV} (3. 12.)	V_V (14. 1.)	V_{VI} (15. 1.)	T_I (9. 11.)	T_{II} (4. 12.)	T_{III} (7. 12.)	T_{IV} (13. 1.)
Dauer	15 Min. 45 Sek.	11 Min. 30 Sek.	11 Min. 15 Sek.	10 Min. 15 Sek.	11 Min. 45 Sek.	14 Min. 35 Sek.	21 Min. 40 Sek.	12 Min. 35 Sek.	36 Min. 50 Sek.	18 Min. 50 Sek.	17 Min. 25 Sek.	11 Min. 40 Sek.	25 Min. 25 Sek.	22 Min. 10 Sek.	22 Min. 50 Sek.
Ruhe	125/45	120/45	120/—	105/45	—/—	125/60	105/60	120/40	130/40	110/45	115/50	140/45	110/45	120/40	110/45
1 Min.	180/40	150/30	145/—	225/15	155/40		125/15	200/40	190/35			165/30	160/15	165/10	
2 „						145/30				175/50	180/20				130/40
3 „	—/40	175/25	145/—	155/40	165/15		170/20	—/—	170/35			190/30	200/20	155/10	
4 „						150/25				140/20	215/35				150/30
5 „	190/25	190/20	180/—	—/—	170/30		200/20	—/—	170/35			170/30	160/15	190/20	
6 „						150/20				195/20	190/15				160/30
7 „	190/20	205/25	230/ –	140/30	170/20		190/15	160/20	190/35			165/35		185/10	
8 „						175/10				170/20	225/25		165/20		150/40
9 „	175/15	175/25	175/ –	170/40	245/15		195/10	165/20	200/20			180/30		190/15	
10 „				**125/35**		195/25				170/15	185/25		165/15		155/25
11 „	185/—	180/20	145/—	150/40	170/10		180/15	195/10	190/55			165/15		190/20	
12 „		**130/45**	**135/**—		**140/30**	210/25		**150/30**		190/20	165/20	**160/30**	185 15		150 25
13 „	165/—	130/—	120/—	120/40	140/35		185/25	170/20	190/10			130/40		145/10	
14 „						195/25				160/20	175/20		175/30		145/35
15 „	175/15	110/50	120/	120/55	115/65	**180/35**	200/20	135/30	245/15			120/40		125/10	
16 „	**185/35**					165/30				135/45	185/20		175/15		165/30
17 „	145/50	115/55	115/—		105/45		140/30	150/45	170/15		**145/25**	120/50		195/10	
18 „						140/40				155/40	135/35		165/20		165/40
19 „	130/55						170/30		180/15	**145/40**				150/10	
20 „				115/65		130/50					145/40		150/15		130/40
21 „							230/20		185/40					165/10	
22 „					105/45		**155/30**	130/35			120/45	110/50	155/30	**140 15**	200/50
23 „							150/40		170/35					140/30	**145/40**
24 „						130/55							150/25		120/60
25 „							140/25		170/25				**145/40**	120/40	
26 „	115/50												145/40		130/55
27 „							140/40		170/30		130/45			125/40	
28 „													145/45		110/55
29 „									170/30						
30 „													115/35		
31 „									170/35					120/35	
32 „							120/30								125/45
33 „									130/30				105/35		
35 „									260/40						
36 „									**130/30**						
37 „									135/40						
38 „									125/40						
41 „									120/45						
46 „									130/40						

Die fettgedruckten Ziffern in Tabelle 2 u. 3 sind die ersten Ruhewerte.

Tabelle 3.

Säule	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Leerversuche						Veritolversuche					Täuschungsversuche			
	L_I (15. 10.)	L_{II} (19. 10.)	L_{III} (30. 10.)	L_{IV} (2. 11.)	L_V (1. 12.)	L_{VI} (12. 1.)	V_{II} (5. 11.)	V_{III} (12. 11.)	V_{IV} (3. 12.)	V_V (14. 1.)	V_{VI} (15. 1.)	T_I (9. 11.)	T_{II} (4. 12.)	T_{III} (7. 12.)	T_{IV} (13. 1.)
Dauer	15 Min. 45 Sek.	11 Min. 30 Sek.	11 Min. 15 Sek.	10 Min. 15 Sek.	11 Min. 45 Sek.	14 Min. 35 Sek.	21 Min. 40 Sek.	12 Min. 35 Sek.	36 Min. 50 Sek.	18 Min. 50 Sek.	17 Min. 50 Sek.	11 Min. 40 Sek.	25 Min. 25 Sek.	22 Min. 10 Sek.	22 Min. 50 Sek.
Ruhe	80	75	—	60	—	55	45	80	90	65	65	95	65	80	65
1 Min.	140	120	—	210	115		210	160	155			135	145	155	
2 „						115				125	160				90
3 „	—	150	—	115	150		150	—	135			160	180	145	
4 „						125				120	180				120
5 „	165	170	—	—	140		180	—	135			140	145	170	
6 „						130				175	175				130
7 „	170	180	—	110	150		175	140	155			130		175	
8 „						165				150	200		145		110
9 „	160	150	—	130	230		185	145	180			150		185	
10 „				**90**		165				155	160		150		130
11 „	—	160	—	100	160		165	185	155			150		170	
12 „	—	**85**	—	—	**110**	185		**120**		170	145	**130**	170		125
13 „	—	—	—	50	105		160	150	180			90		135	
14 „						170				140	155		135		110
15 „	160	60		65	50	**145**	180	95	230			80		115	
16 „	**150**					135				90	165		160		135
17 „	95	60			60		110	105	155		**120**	70		185	
18 „						100				115	100		140		125
19 „	75						140		150	**105**				140	
20 „				50		80					105		135		90
21 „							210		145					155	
22 „					60	75	**125**	95			75	60	125	**125**	150
23 „							110		135					110	**105**
24 „													125		60
25 „							115		145				**105**	80	
26 „	65												105		75
27 „							100		140		85			85	
28 „													100		55
29 „									140						
30 „													80		
31 „									135					85	
32 „							90								80
33 „									160				70		
35 „									220						
36 „									**100**						
37 „									95						
39 „									85						
41 „									85						
46 „									90						

Leerversuche			Veritolversuche			Täuschungsversuche		
Datum	Zeit		Datum	Zeit		Datum	Zeit	+
12. 10.	10 Min. 25 Sek.		5. 11.	21 Min. 40 Sek.	V_{II}	9. 11.	11 Min. 40 Sek.	T_I
13. 10.	12 „ 15 „		19. 11.	12 „ 35 „	V_{III}	4. 12.	25 „ 25 „	T_{II}
14. 10.	11 „ 40 „		3. 12.	36 „ 50 „	V_{IV}	6. 12.	12 „ 00 „	
15. 10.	15 „ 45 „	L_I	8. 12.	13 „ 50 „		7. 12.	22 „ 10 „	T_{III}
16. 10.	18 „ 20 „		9 12.	24 „ 00 „		28. 12.	9 „ 45 „	
18. 10.	11 „ 05 „		24. 12.	28 „ 15 „		31 12.	16 „ 25 „	
19. 10.	11 „ 30 „	L_{II}	29. 12.	18 „ 10 „		11. 1.	13 „ 15 „	
23. 10.	11 „ 30 „		30. 12.	16 „ 35 „		13. 1.	22 „ 50 „	T_{IV}
29. 10.	11 „ 00 „		10. 1.	10 „ 45 „				
30. 10.	11 „ 15 „	L_{III}	14. 1.	18 „ 50 „	V_V			
2. 11.	10 „ 15 „	L_{IV}	15. 1.	17 „ 25 „	V_{VI}			
6. 11.	11 „ 45 „							
18. 11.	15 „ 20 „							
22. 11.	16 „ 40 „							
1. 12.	11 „ 45 „	L_V						
17. 12.	16 „ 20 „							
23. 12.	13 „ 30 „							
7. 1.	5 „ 35 „							
8. 1.	8 „ 55 „							
12. 1.	14 „ 35 „	L_{VI}						

+ Mit Blutdruckmessung.

Literaturangabe.

1. Dennig, Talbott, Edwards u. Dill: J. of clin. Investigation. *9*, 603 (1931).
2. Dennig, Peters u. Schneikert: Arch. exper. Path. *165*, 161 (1932).
3. Dennig, Gottschalk u. Teutscher: Arch. exper. Path. *174*, 468 (1934).
4. Dennig: Deutsch. Med. Wschr. 1937, 733.
5. Dennig, Becker-Freyseng, Krause u. Albath: Arch. exper. Path. *186*, 611 (1937).
6. Grebener: Wien. Med. Presse, 1899, 20.
7. Masing: Arch. Klin. Med. *74*, 253 (1902).
8. Moritz: Arch. Klin. Med. *77*, 339 (1903).
9. MacCurdy: Amer. Journ. Physiol. *5*, 95 (1901).
10. Krone: Münch. Med. Wschr. 1908, 69.
11. Lowsley: Amer. Journ. Physiol. *27*, 447 (1911).
12. Albu: Z. Klin. Med. *78*, 151 (1913).
13. Gellhorn u. Lewin: Arch. Anat. u. Physiol. 1915, 28.
14. Chaillet-Bert u. Langlois: Cpt. rend. soc. biol. *84*, 725 (1921).
15. Griesbach: Arch. f. Hyg. *94*, 73 (1924).
16. Bansi u. Groscurth: Z. Kreislaufforsch. 1930 657.
17. Eldahl: Arb. physiol. *7*, 437 (1933).
18. Iljin-Kakujeff: Arb. physiol. *9*, 138 (1936).
19. Jacobj: Münch. Med. Wschr. 1915, 481.
20. Büssemaker: Z. exper. Med. *100*, 808 (1937).
21. Rein: Arch. Klin. Chir. *189*, 302 (1937).
22. Kuschinsky: Klin. Wschr. 1938, 145.
23. Rein: Arch. experm. Path. *187*, 617 (1937).
24. — Klin. Wschr. 1937, 700.
25. Zipf: Klin. Wschr. 1937, 1340.
26. Dreyer: Der Chirurg 1937, 726.
27. Eichler: Arch. exper. Path. *187*, 429 (1937)..
28. Grosse-Brockhoff u. Kaldenberg: Klin. Wschr. 1937, 948.
29. Klostermeyer u. Jonssen: Klin. Wschr. 1937, 1728.
30. Lindner: Arch. exper. Path.. *187*, 444 (1937).
31. Meyer u. Spiegelhoff: Klin. Wschr. 1937, 1342.
32. Schneider: Klin. Wschr. 1937, 736.
33. Aschenbrenner u. Codas-Thompson: Z. Klin. Med. *133*, 483 (1938).